



ACHEMA 2018 Trendbericht: Industrierwasser 4.0

Zwischen industrieller Symbiose und Digitalisierung

ACHEMA

Aus industriellem Wassermanagement wird „Industrierwasser 4.0“

Ohne Wasser gibt es keine Chemieproduktion; ob als Kühl- oder Lösemittel, als Reagens oder Produktbestandteil, Wasser ist für die Prozessindustrie eine nicht zu ersetzende Ressource. Die Chemieproduktion aber wird immer digitaler – schon ist die Rede von der „Chemie 4.0“. Was bedeutet das für die industrielle Wasserwirtschaft? Auf der AICHEMA 2018 wird das DECHEMA-Papier „Industrierwasser 4.0“ vorgestellt, das Antworten gibt.

Gibt es für die Industrie 4.0 auch schon „Wasser 4.0“? Zumindest die German Water Partnership sieht das so: Sie hat den Begriff „Wasser 4.0“ definiert und sieht darin die Verknüpfung von Sensorik, Computer-Modellen und Echtzeitsteuerung unter starker Beteiligung von intelligenten Netzwerken und dem Internet. Dabei ist „Wasser 4.0“ an die vierte Stufe der industriellen Produktion angelehnt.

Vor allem im industriellen Bereich ist die Wassertechnik durch die enge Verbindung mit der Produktion gefordert. Wo die Produktion zunehmend flexibilisiert und vernetzt wird – um zum Beispiel kleinere Losgrößen bis hin zum personalisierten Produkt anbieten zu können – muss auch die industrielle Wasserwirtschaft flexibler und vernetzter werden.

Industrierwasser 4.0 verbindet Industrie 4.0 und Wasser 4.0. Es zielt auf drei wesentliche Punkte ab:

- die Digitalisierung in der industriellen Wasserwirtschaft selbst
- die enge Verzahnung mit der Digitalisierung der industriellen Produktion sowie

- die Verknüpfung mit einer digitalisierten kommunalen (Ab-)Wasserwirtschaft und dem Wasserressourcenmanagement

Digitalisierung in der industriellen Wasserwirtschaft

Die Integration aller Hierarchieebenen bei der industriellen Wassertechnik umfasst alle Ebenen: vom Sensor im Feld über die Steuerungs- und Bedienungsebene, die Management- und Controlling-Ebene bis hin zur Modellierung und Simulation im Netz oder der Cloud durch autonome, sogenannte Cyber Physical Systems (CPS). Dies wird als vertikale Integration des industriellen Wassermanagements verstanden. Am Ende sollen sich die Wasser- und Abwasserbehandlungsanlagen zu adaptiven, mit ihrer Umgebung interagierenden Systemen entwickeln. Sie sollen sich selbständig anpassen können, um ihr Leistungsniveau zu erhöhen oder flexibel und autonom auf Veränderungen reagieren, ohne ihre Leistungsfähigkeit zu verringern

Solche cyberphysikalischen Systeme in der industriellen Wassertechnik beruhen auf der Internet- und Cloudbasierten Vernetzung von Wasserver- und -entsorgungskonzepten bis zum Endnutzer. Die Digitalisierung ermöglicht eine Kopplung von realen und virtuellen Wassersystemen. Durch die Nutzung von Assistenzsystemen zur Prozesssimulation und zur Entscheidungsunterstützung lassen sich Echtzeit- und Vorhersagemodelle zur Reduktion von Risiken und Kosten etablieren.

Die Digitalisierung in der industriellen Wasserwirtschaft eröffnet eine ganze

Reihe an Optimierung- und Kostensenkungspotenzialen alleine schon auf der Anlagenebene:

Durch vorausschauende Wartung können Ausfälle von Komponenten und Produktionsanlagen reduziert und so die Betriebssicherheit erhöht werden. Expertenwissen muss nicht mehr vor Ort vorgehalten werden, sondern kann digital auch über Distanzen einbezogen werden. Das kann sich positiv auf die Anlageneleistung auswirken.

Darüber hinaus bietet die Evaluation, Simulation und Optimierung aller Einzelkomponenten die Chance, die Kapazität einer gesamten Anlage deutlich zu steigern, wenn die Potenziale der Einzelkomponenten ausgeschöpft und Engpässe durch simulationsgestützte Verbesserungen beseitigt werden. Durch systematische Optimierung der Komponenten steigt zudem die Lebensdauer der Anlage.

Einen weiteren Vorteil birgt die Beseitigung von Schwachstellen durch 3D-Visualisierung der Produktionszyklen in Zeit, Raum und Prozess, wodurch z. B. Wege für das Betreiberpersonal verkürzt, der erforderliche Aufwand für Routinearbeiten reduziert und der Materialfluss effizienter gestaltet werden kann.

Der Anwendung von simulationsgestützter Optimierung ist auf Grund der enormen Einsparpotenziale bei Neuinvestitionen naheliegend. So werden beispielsweise Umrüstzeiten minimiert, Modernisierungen auf das erforderliche Minimum reduziert und durch 3D-Simulationen die Rohrleitungen optimal in das bestehende Netz eingepasst und geplant. Neuanlagen können exakt an den

Bedarf angepasst werden und die Inbetriebsetzung durch Schulung des Betreibers an virtuellen Anlagen deutlich verkürzt werden.

So vernetzt sich die industrielle Wasserwirtschaft mit der Produktion

Die industrielle Wasserwirtschaft stellt das Wasser für Produktionsprozesse bereit; entsprechend eng sind die Verknüpfungen. Wo die industrielle Produktion digitalisiert und flexibilisiert wird, sind auch die Schnittstellen zur industriellen Wasserwirtschaft betroffen: die Wasserbereitstellung und die Abwasserbehandlung. Diese Anpassungsfähigkeit an die Produktion beinhaltet sowohl eine zeitliche Komponente (im Sinne von Reaktionszeiten auf sich ändernde Randbedingungen) als auch eine Verfahrens- und Qualitätskomponente (im Sinne einer Adaption von Reinigungsverfahren auf wechselnde Anforderungen).

Da hier zwei Bereiche innerhalb eines Standortes oder Unternehmens die Wasser- und Informationsströme miteinander verknüpfen und optimieren, handelt es sich um eine horizontale Integration.

Die horizontale Integration des industriellen Wassermanagements bietet die Möglichkeit der fortschreitenden Vernetzung von Produktionsschritten und wassertechnischen Anlagen (Wasseraufbereitung, Abwasserreinigung, Kühlwasserkreisläufe) über den gesamten Anlagenzyklus hinweg. Dabei lassen sich auch erhebliche wirtschaftliche Potenziale erschließen: Durch abgestimmte Planung, einheitliche messtechnische Ausrüstung, Interoperabilität der Lösungen für Hard- und Software oder den abgestimmten Betrieb der vernetzten Anlagen. Ähnlich dem „Energiemanagement“ als Teile eines Fertigungsmanagementsystems (Manufacturing Execution System, MES) ist es Ziel der horizontalen Integration des Wassermanagements, den Wasserbedarf (und den damit verbundenen Stoff- und Energiebedarf) entlang der Arbeitsschritte in einem Produktionsprozess „zu planen, zu erfassen, zu überwachen, zu analy-

sieren, zu steuern und letztlich zu senken“ (vgl. VDI, 2017). Dieses Vorgehen ermöglicht eine erhöhte Transparenz über Wasserbedarf und -einsatz in Produktionsabschnitten bis auf Maschinenebene. Voraussetzung sind ein geeignetes Datenerfassungssystem und die dafür benötigte Sensorik. Damit lassen sich der produktionsabhängige Wasserbedarf und die daraus resultierende Abwasserbelastung besser vorher-sagen. Engpässe sowie kritische Zustände der Prozesswasserbehandlung können bereits im Vorfeld aktiv vermieden bzw. betriebliche Maßnahmen ergriffen werden. Neben der reinen Erfassung von Volumenströmen, die über Zähler und Durchflussmesser bereits heute standardisiert möglich ist, spielt im betrieblichen Wassermanagement die online-Messung von Stoffparametern eine entscheidende Rolle, um eine optimale Produktqualität und Produktionseffizienz zu erreichen. Grundsätzlich ist aus Sicht des Produktionsbetriebs eine Rückkopplung der Prozesswasserbehandlung in Richtung Produktionsprozess zwar unerwünscht – der Prozess richtet sich überwiegend nach dem Produkt und nicht nach der Prozesswasserbehandlung. Wenn jedoch in der Prozesswasserbehandlung kritische Zustände auftreten, kann auf Basis einer horizontalen Integration ein „Minimalbetrieb“ der Produktion ermittelt bzw. die Dauer kritischer Zeiträume bestimmt werden. Auch die Prognose für die Einhaltung von Grenzwerten profitiert von der Einbeziehung der Produktionsplanung bzw. definierter Produktionsbedingungen. Für weitgehend flexibilisierte Herstellungsprozesse ist die Integration u.a. der „Wasser-Utilities“ eine notwendige Voraussetzung zur Umsetzung von Just-in-time-Produktion bzw. bedarfssynchroner Produktion.

Das Potenzial für verkürzte Reaktionszeiten und eine Flexibilisierung reicht aber auch noch deutlich über die Einzelanlage hinaus: Besonders bei batchweise betriebenen Produktionsprozessen wie z.B. der biotechnologischen Herstellung von Wirkstoffen oder den überwiegenden Prozessen der Stahlherstellung lassen sich Prozesswasserströme

aus unterschiedlichen Produktionseinheiten besser abschätzen und zusammenführen – ein wesentlicher Faktor beim Aufbau einer industriellen Symbiose zum Beispiel in Chemie- und Industrieparks.

Weiter denken: „Industriewasser 4.0“, kommunale (Ab-)Wasserwirtschaft und Wasserressourcenmanagement

Die industrielle Wasserwirtschaft kann nur in Wechselwirkung mit ihrem externen Wasserumfeld agieren. Dies sind vor allem die kommunale (Ab-)Wasserwirtschaft und das Management natürlicher Wasserressourcen (Grund- und Oberflächenwässer), überwiegend vertreten durch die öffentliche Hand bzw. öffentliche Stellen. In dem Maße, in dem in der kommunalen (Ab-)Wasserwirtschaft mit Wasser 4.0 die Digitalisierung voranschreitet, entstehen an den Schnittstellen zwischen Kommunen und Industrie neue Anforderungen vor allem bei der Optimierung von Informationsströmen. Für Standorte, an denen natürliche Wasserressourcen Bestandteil des Wassermanagements sind, wird die Digitalisierung künftig für die Informationsschnittstelle zu den Genehmigungs- und Vollzugsbehörden im Rahmen von Überwachung und Compliance immer wichtiger werden.

Die Wasser- und Abwasserwirtschaft sieht sich vor der Herausforderung, ihre Systeme und Anlagen an einen fortlaufenden demographischen, strukturellen und klimatischen Wandel anzupassen. Immer mehr Verbraucher – sowohl privat als auch industriell – konzentrieren sich in den Ballungszentren, sodass sowohl die Nachfrage nach Wasser als auch die Abwassermengen steigen. Daneben müssen immer strengere Anforderungen an die Wasserqualität erfüllt werden. Gerade in industriellen Prozessen ist die Versorgung mit entsprechend aufbereitetem Wasser ein entscheidender Faktor für die Produktivität und Qualität der Prozesse. In einigen Regionen der Welt wie Indien oder Lateinamerika behindern Wasserknappheit und eine nicht ausreichende Wasserqualität mittlerweile die weitere wirtschaftliche Entwicklung, sodass der Schutz und die

nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit geraten. Aber auch in Ländern wie Deutschland verursachen Kontaminationen des Grund- und Oberflächenwassers mit Spurenstoffen und sonstigen umweltkritischen Substanzen aus industriellen Abwässern sowie Emissionen in Form zu hoher Nährstofffrachten aus der Landwirtschaft sowie Mikroplastik, neue Anforderungen an die Aufbereitung.

So müssen zusätzliche Behandlungsstufen in den Reinigungsprozess integriert werden oder vorhandene Prozesse angepasst werden, um strengere Grenzwerte zu erfüllen. Daneben sollten Anlagenbetreiber möglichst sicherstellen, dass bei Naturereignissen wie Starkregen oder Unwettern eine Überflutung der Abwasseranlagen und damit verbunden eine unkontrollierte Freisetzung von belasteten Abwässern weitgehend verhindert wird. Die zunehmende Flexibilisierung der Produktion führt zudem zu Schwankungen sowohl beim Bedarf nach Wasser als auch bei der anfallenden Wassermenge, sodass die entsprechenden Ver- und Entsorgungssysteme ebenfalls eine größere Flexibilität aufweisen müssen. Und nicht zuletzt stellt auch der demographische Wandel die Anlagenbetreiber vor die Herausforderung, die Erfahrung und das Wissen des Personals in der Aufbereitung systematisch zu erfassen und zur Schulung und Ausbildung neuer Mitarbeiter nutzen zu können.

Für eine nachhaltige Wasser- und Abwasserwirtschaft müssen sowohl industrielle und kommunale Bedarfe und (Ab-)Wasserströme nicht nur strukturell, sondern auch informationstechnisch zu einer Wasser-Kreislaufwirtschaft verknüpft werden. Auf diese Weise lassen sich in vielen Bereichen Synergien nutzen, um die Effizienz und Qualität der Wasser- und Abwasseraufbereitung zu steigern. Durch eine integrierte Überwachung der Versorgung lassen sich Leckagen schneller identifizieren sowie die Einhaltung von Grenzwerten und eine bedarfsgerechte

Behandlung der Wasser- und Abwasserströme sicherstellen.

Die digitale Verknüpfung der industriellen mit der kommunalen (Ab-)Wasserwirtschaft ermöglicht über das Echtzeitmonitoring von Wassermengen und -qualitäten ein Informations- bzw. Frühwarnsystem nicht nur während des Normalbetriebs von Anlagen, sondern auch im Falle von besonderen Ereignissen wie außerordentlichen Wetterereignissen oder toxischen Stößen in der Wasserinfrastruktur. Durch modellbasierte Optimierungssysteme können Anlagenbetreiber Prognosen und darauf basierende Vorschläge für die Betriebsparameter ableiten. Dadurch lassen sich aus den gewonnenen Daten aussagefähige Informationen gewinnen, die einen maximalen Nutzen im praktischen Betrieb der Anlagen erzeugen. So lassen sich durch die Integration von Wetterdaten und Geoinformationssystemen die Zufluss- und Abflussmengen bei bestimmten Wetterlagen simulieren und mit den Betriebsparametern der verschiedenen Anlagen verknüpfen. Dadurch kann zum Beispiel rechtzeitig vor einem Starkregenereignis eine Pufferkapazität für die zusätzlichen Wassermengen geschaffen oder die Betriebsparameter in der Abwasseraufbereitung auf die neue Abwasserzusammensetzung hin angepasst werden.

Nachholbedarf bei der Digitalisierung

Dazu benötigt es allerdings eine engere Vernetzung der unterschiedlichen Organisationen und Anlagen sowie Lösungen für die Erfassung und Auswertung der Daten unterschiedlichster Sensoren und Systeme.

Doch während die Digitalisierung in der industriellen Produktion und der Prozessindustrie (z.B. Chemie, Stahl, Glas/Keramik) sowohl national als auch international (z.B. Industrial Internet Consortium, Made in China 2025) schnell fortschreitet, hat der Digitalisierungsgrad in der Wasserwirtschaft noch kein vergleichbares Niveau erreicht. Die Gründe dafür sind vielfältig und reichen von ungeklärten Fragen der Daten- und

IT-Sicherheit über inkonsistente Datenerhebungen und fehlende Harmonisierung, aber auch fehlende organisatorische Strukturen und Wissenslücken bis hin zu den erheblichen Investitionen, die für die Umsetzung notwendig sind. Auch bei den Simulations- und Modellierungswerkzeugen bestehen erhebliche Lücken.

Weltweite Perspektiven

Unter Ausschöpfung aller Potenziale für die Anlagenplanung in Kombination mit einem bedarfsgerecht und dynamisch an die Erfordernisse der Produktionsprozesse angepassten Betriebs, kann der Ressourcenverbrauch sehr stark reduziert und die Wasserversorgungs- und Entsorgungssicherheit deutlich erhöht werden. Dies gilt sowohl für die industrielle Wasserwirtschaft selbst als auch für die Verknüpfung mit der industriellen Produktion, der kommunalen (Ab-)Wasserwirtschaft und dem Wasserressourcenmanagement. So kann die industrielle mit der häuslichen und landwirtschaftlichen Wassernutzung sowie der Bewirtschaftung der natürlichen Wasserressourcen abgestimmt werden.

Die Digitalisierung in der industriellen Wasserwirtschaft unterstützt auch eine zunehmende Entkopplung von Produktion und Frischwasserbedarf. Weltweit kann dadurch an Industriestandorten mit Wasserstress das Risiko für Einschränkungen oder gar Unterbrechungen der Produktion auf Grund mangelnder Wasserverfügbarkeit verringert werden. Gleichzeitig entstehen Potentiale für Produktionssteigerungen, ohne dabei auf zusätzliche Frischwasserressourcen angewiesen zu sein.

Industriewasser 4.0 ist daher nicht nur für die Wassertechnologiebranche und den innerdeutschen Markt von großer Relevanz. Der Industriewasser 4.0-Ansatz stärkt auch den Export von Technologien, Ausrüstungen, Ingenieur- und anderen Dienstleistungen und fördert gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der produzierenden und Prozessindustrie in internationalen Märkten.

**Quo vadis? Positionspapier gibt
Antworten**

Das DECHEMA-Positionspapier Industrierwasser 4.0 – Potentiale und Herausforderungen der Digitalisierung für die industrielle Wasserwirtschaft hat genau diese Fragen zum Inhalt: Wo liegen die Potentiale für Industrierwasser 4.0, welche Barrieren, und wie lassen sich diese überwinden? Es wird im Rahmen der AICHEM am 12. Juni 2018 vorgestellt und wird ab dann auch über www.dechema.de/studien erhältlich sein.